

## Le puceron de l'arachide

### Biologie et contrôle

#### INTRODUCTION

Ce puceron très dispersé dans le monde (Fig. 1), est le principal ennemi de l'arachide sur pied. C'est une forme anholocyclique de *Aphis leguminosae* Theo (ou *A. craccivora* Koch qui, par ses piqûres, inocule une maladie à virus dite « Rosette » du fait du profond bouleversement de la morphogenèse des arachides qui se présentent sous un aspect buissonnant (Fig. 2). En dehors de cette transmission de virus, ces pucerons, de par leur nombre, leurs exsudats et l'action de succion qu'ils exercent au niveau du collet de la plante provoquent un désordre physiologique qui se traduit par une stérilité partielle de la plante.

L'apparition de la Rosette en Afrique a très fortement marqué la production d'arachide comme l'attestent certains chiffres publiés dans la thèse de Real : 80 à 90 p. 100 de sujets atteints au Congo belge en 1939 [B. Soyer], 55 p. 100 en Gambie en 1927 [Brooks], 35 p. 100 au Sénégal en 1925 d'après Rambert et Séguéla. Ce n'est qu'en 1952 que furent réperées des lignées résistantes par le Centre de Recherches Agronomiques de Bambey (C.N.R.A.-Sénégal). A partir de 1956, l'I.R.H.O. a pu étudier ces



FIG. 2. — Aspect buissonnant d'un pied d'arachide atteint de Rosette — (Bussy appearance of a groundnut plant affected by Rosette — Aspecto como de matorral de un pie de mani afectado por Roseta).

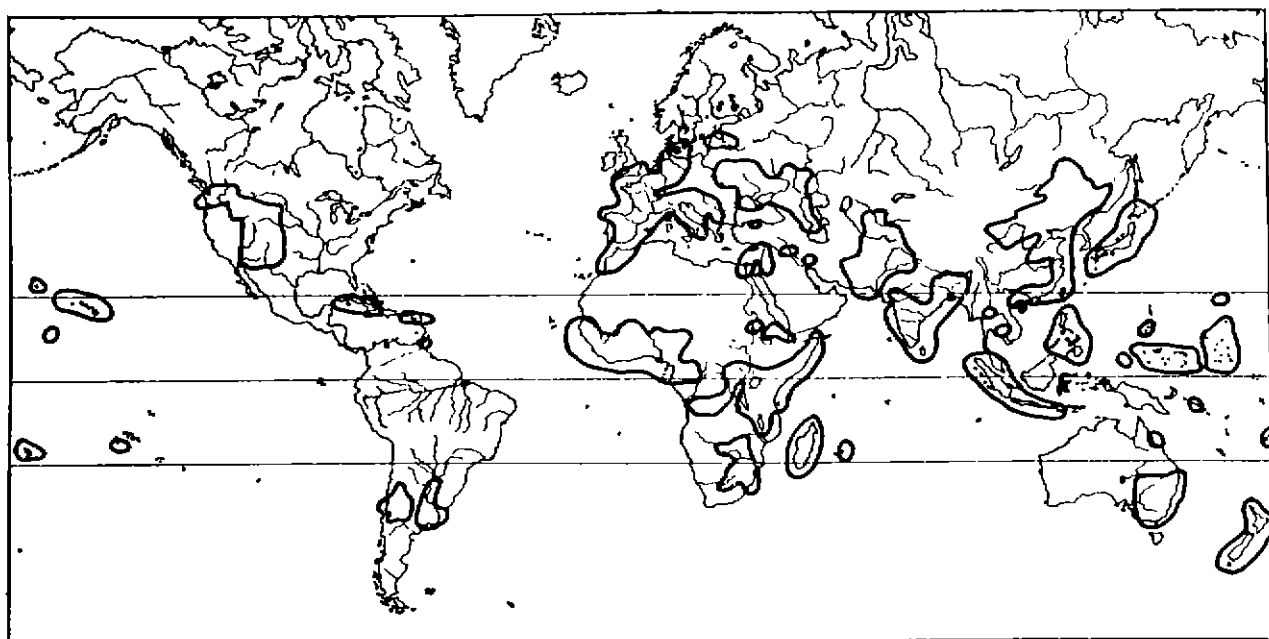


FIG. 1. — Dispersion de (Distribution of — Area de dispersión de) *Aphis craccivora*. (In : Commonwealth Institute of Entomology, N° 99, juin 1959).

lignées sur la station de Niangoloko (Haute-Volta) et elles servent de référence pour tous les travaux de sélection de nouvelles variétés résistantes qui sont maintenant disponibles pour différentes longueurs de cycles (90 à 135 jours).

## I. — MORPHOLOGIE ET ANATOMIE DU PUCERON

Le puceron est un Arthropode (Homoptère, Aphididae) possédant un corps segmenté et un squelette externe formé par une cuticule rigide (stades larvaires). C'est un insecte dont la longueur varie de 2 à 5 mm. Le puceron est hémimétabole, les larves ont le même mode de vie (nourriture, dégâts) que les adultes ; l'adulte, au corps noir brillant avec une extrémité caudale proéminente, porte 3 paires de pattes brunes à jaunes et une plaque distale noire chez l'aptère. Il a deux cornicules longs, fins et noirs sur l'abdomen (Fig. 3).

Dans la zone tropicale, on ne rencontre que des femelles, soit aptères soit ailées, qui se reproduisent toute l'année par voie parthénogénétique. La formation des ailés est due à différents facteurs :

- rôle de l'effet de groupe (stimulation tactile),
- qualité de la plante-hôte (diminution de la qualité nutritionnelle),
- conditions climatiques (température, ensoleillement...).

Le puceron est un homoptère phytophage qui possède un système buccal du type piqueur-suceur. Les stylets servent à atteindre les faisceaux de la plante transporteurs de sève élaborée (Fig. 4a, b, c).

*Aphis craccivora* est ovovivipare (les œufs sont conservés par la femelle qui ne donne naissance qu'à de petites larves).

Durée moyenne (jours)		5,5 jours { Cycle de 8 jours environ
4 stades larvaires	I .....	2
	II .....	1,5
	III .....	0,9
	IV .....	1,1
Maturation des femelles .....		2 à 3
Durée de la ponte .....		6 à 7
Phase de sensibilité .....		2 à 4
Fécondité totale : 13 à 14 descendants		
Fécondité journalière : 2 descendants		

Les principaux caractères exposés précédemment montrent l'extraordinaire adaptation des pucerons au milieu :

- exploitation rapide de la plante-hôte (viviparité, parthénogenèse),
- colonisation rapide par la formation d'ailés.

## II. — FLUCTUATION ET DYNAMIQUE DES POPULATIONS

L'évolution des populations dépend essentiellement de la mortalité et de la fécondité. Cette dynamique peut se résumer en trois phases :

- une phase initiale : individus assez rares, difficilement dénombrables par des méthodes d'observations non appropriées ;
- une phase d'explosion : individus très nombreux qui occasionnent les perturbations physiologiques les plus importantes ;
- une phase décroissante liée à différents facteurs tels que : les conditions climatiques, l'espérance de vie, la fécondité, la situation des cultures (cycle de la plante-hôte), les ennemis naturels, etc.

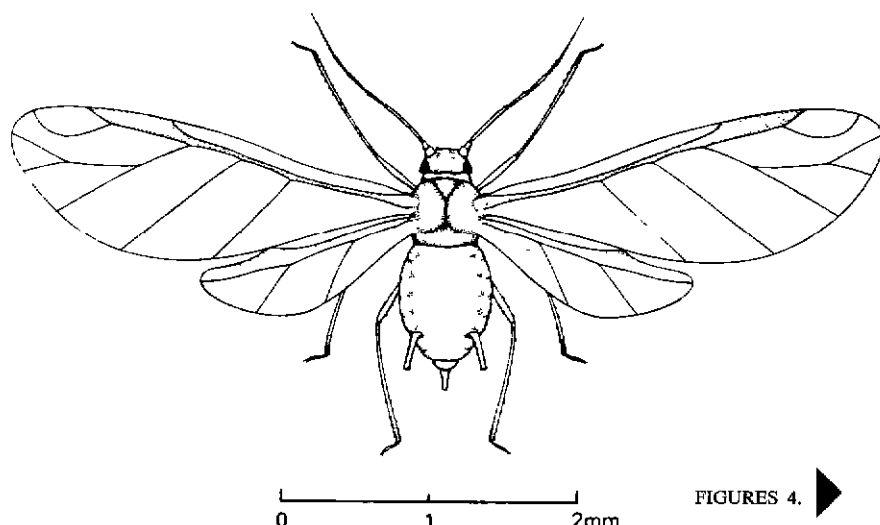
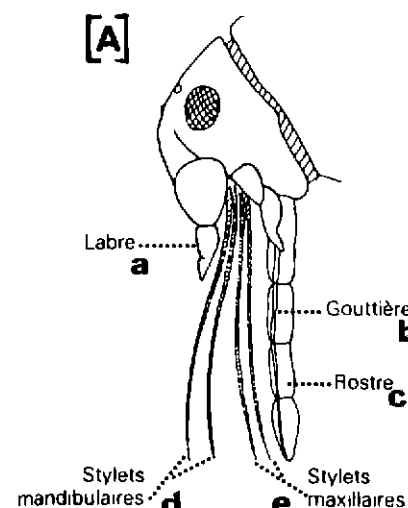


FIG. 3. — Adulte ailé de (*Winged adult of* — *Adulto alado de*) : *Aphis craccivora*. In : « Pest control in groundnut ».



FIGURES 4. ►

[A] : Pièces buccales du puceron (*Mouth-parts of an aphid* — *Piezas bucales del pulgón*).

a : Labre (*Lip* — *Labio*) ; b : Gouttière (*Channel* — *Canal*) ; c : Rostre (*Rostrum* — *Rostro*) ; d : Stylets mandibulaires (*Mandibular styluses* — *Estiletes mandibulares*) ; e : Stylets maxillaires (*Maxillary styluses* — *Estiletes maxilares*).

# The groundnut aphid : Biology and control

## INTRODUCTION

This aphid is widely distributed throughout the world (Fig. 1), and is the main enemy of groundnut plants. It is an anholocyclic form of *Aphis leguminosae* Theo (or *A. craccivora* Koch), inoculating with its sting a viral disease known as « Rosette » on account of its serious disturbance of the morphogenesis of groundnuts, which take on a bushy appearance (Fig. 2). Apart from transmitting this virus, these aphids, by their number, their exudates, and their sucking action at root bulb level, induce a physiological disorder resulting in the partial sterility of the plant.

The appearance of Rosette in Africa in 1907 strongly affected groundnut production, as shown by certain figures published in Real's thesis : 80-90 p. 100 plants affected in the Belgian Congo in 1939 [B. Soyer], 55 p. 100 in Gambia in 1927 [Brooks], 35 p. 100 in Senegal in 1925 according to Rambert and Séguéla. It was only in 1952 that resistant lines were found by the Bambey Agronomic Research Centre (C.N.R.A.-Senegal). From 1956 onwards, the I.R.H.O. was able to study these lines on the Niangoloko Station (Upper Volta), and they served as a reference for all the work involved in breeding the new, resistant varieties now available for different cycle lengths (90-135 days).

## I. — MORPHOLOGY AND ANATOMY OF THE APHID

The aphid is an arthropod (Homoptera, Aphididae) with a segmented body and an external skeleton formed by a rigid cuticle (larval stages). The insect varies in length from 2-5 mm. It is hemimetabolic ; the larvae have the same way of life (food, damage) as the adults. The adult has a shiny, black body, with a prominent tail-end, and three pairs of brown to yellow legs. Wingless adults have a black distal plate. The insect has two fine black nectaries on the abdomen (Fig. 3).

In the tropics, only females are encountered, either winged or wingless, and these reproduce parthenogenetically throughout the year. The formation of winged individuals is due to different factors :

- role of the group effect : tactile stimulation,
- quality of the host plant : (decrease in nutritional quality),
- climatic conditions : (temperature, sunshine).

The aphid is a plant-eating Homoptera with a mouth system of the stinging-sucking type. The styluses serve to reach the vascular bundles of the plant transporting elaborated sap (Fig. 4a, b, c).

*Aphis craccivora* is ovoviviparous (the eggs are retained inside the body of the female, who gives birth to small larvae).

Average duration (days)			
4 larval stages	{	I ..... 2	5.5 days
		II ..... 1.5	
		III ..... 0.9	
		IV ..... 1.1	
			{ Cycle of about 8 days
Maturation of females .....		2-3	
Duration of laying .....		6-7	
Sensitivity phase .....		2-4	
Total fertility : 13-14 descendants			
Daily fertility : 2 descendants			

The main characteristics described above show the extraordinary adaptability of aphids to their environment :

- rapid exploitation of the host plant (viviparity, parthenogenesis),
- rapid colonization by formation of winged individuals.

## II. — POPULATION FLUCTUATION AND DYNAMICS

Population development depends mainly on death and fertility rates. These dynamics may be summarized in three stages :

- an initial stage : relatively few individuals, hard to count without appropriate observation methods ;
- an explosion stage : very numerous individuals, causing the most serious physiological disturbances ;
- a decreasing stage, linked to different factors, such as climatic conditions, life expectancy, fertility, crop conditions (cycle of the host plant), natural enemies, etc.

## Factors of population development.

### a) Physical factors.

— **Temperature, humidity, light.** — The optimal development of *Aphis craccivora* is dependent on fairly specific climatic conditions, such as relative humidity, which must be about 65 p. 100, and a temperature of 24-28.5 °C [Real, 1953]. The temperature influences fertility : the number of larvae laid is a function of the weight of the adults, and the weight decreases with decreases in temperature. If *Aphis craccivora* is directly exposed to light, the value of its biological characters decreases, but indirect light, via the photosynthesis of the host plant, provides a food source that increases this value.

— **Precipitations.** — Severe tornadoes stop swarms of aphids, and in certain cases may destroy aphids living mainly on young host plants where the foliage is not plentiful enough to protect them.

### b) Biological factors.

— **Formation of winged individuals.** — The percentage of winged insects depends almost entirely on the intensity of hydrocarbon translocation. This translocation generally takes place during the nycthemeral rhythm, and it is accelerated during maturation of the plants. All phenomena likely to stop hydrocarbon translocation more or less completely are likely to accentuate the formation of winged insects. On groundnut, this phenomenon may occur towards the 65th/70th day in a variety with a 100-day cycle ; this is normal because it is at this time that the plant sends the most reserves to the growing pods (Results of P. Prévot, I.R.H.O.).

### c) Deadly enemies.

Fungi of the Entomophthorales group, predators such as certain Arachnida (spiders), and insects such as ladybirds, whose larvae and adults are aphid-eaters, have a certain effect on limiting the development of rapids.

## III. — EFFECTS OF APHIDS

The aphid is dangerous on account of its mouth-parts, which enable it to feed, but also to acquire and transmit the virus. The penetration of the styluses is facilitated by enzyme-rich salivary secretions.

The damage caused may be divided into two categories :

### 1. — Direct damage.

#### a) Sap removal.

This weakens the plant, which grows poorly, and is therefore less resistant to water deficits.

#### b) Irritant and toxic action.

The plant reacts to the stings by deformations of the leaves and pivot, where the aphids concentrate for protection from adverse weather conditions : repeated aphid stings induce a brown necrosis at this level. The plant's reactions also include a disturbance in fruiting and a reduction in the root system (Fig. 5).

This type of damage, often overlooked in comparison to the well-known effects of Rosette, has been the subject of a preliminary study at the Tarna C.N.R.A. (Niger). The first results show that the presence of aphids that are not carriers of Rosette is revealed by a 48 p. 100 drop in yield compared to the control, but that the effect of the aphids disappears after the 42nd day, by which time 73 p. 100 of the pods are formed.

## Facteurs d'évolution des populations.

### a) Facteurs physiques.

— *Température, humidité, lumière.* — Le développement optimal de *Aphis craccivora* résulte de conditions climatiques assez précises, telles l'humidité relative, qui doit se situer vers 65 p. 100, et une température de 24 à 28,5 °C [Real, 1953]. Cette température joue sur la fécondité : le nombre de larves pondues est fonction du poids des adultes et ce poids décroît en général d'autant plus que les températures sont basses.

Si *Aphis craccivora* est exposé directement à la lumière, la valeur de ses caractères biologiques diminue mais la lumière, indirectement par la photosynthèse de la plante-hôte, fournit une source alimentaire qui relève cette valeur.

— *Précipitations.* — Les fortes tornades empêchent le vol des pucerons et peuvent dans certains cas détruire les pucerons vivant surtout sur des jeunes plantes-hôtes qui ne présentent pas un feuillage assez important pour les protéger.

### b) Facteurs biologiques.

— *Formation des ailés.* — Le pourcentage d'ailés dépend presque exclusivement de l'intensité de la translocation des hydrocarbures. Cette translocation a lieu généralement au cours du rythme nyctéméral et elle subit des accélérations pendant la maturation des plantes.

Tous les phénomènes susceptibles d'arrêter plus ou moins complètement la translocation des hydrocarbures sont susceptibles de renforcer la formation des ailés. Sur l'arachide, ce phénomène aurait lieu vers le 65-70<sup>e</sup> jour pour une variété à cycle de 100 jours ; ce qui est normal puisque c'est à ce moment que la plante envoie le plus de réserves dans les gousses en croissance (travaux de P. Prevot/I.R.H.O.).

### c) Ennemis mortels.

Des champignons du groupe des Entomophthorales, des prédateurs comme certains Arachnides (araignées) et insectes,

telles les coccinelles dont les larves et les adultes sont aphidiphages, ont une certaine efficacité sur la limitation de l'évolution des pucerons.

## III. — EFFETS DES PUCERONS

Le puceron est dangereux du fait de ses pièces buccales adaptées qui lui permettent de s'alimenter mais aussi d'acquérir et de transmettre les virus. La pénétration des stylets est facilitée par des sécrétions salivaires riches en enzymes.

Les dégâts causés peuvent être classés en deux catégories :

### 1. — Les dégâts directs.

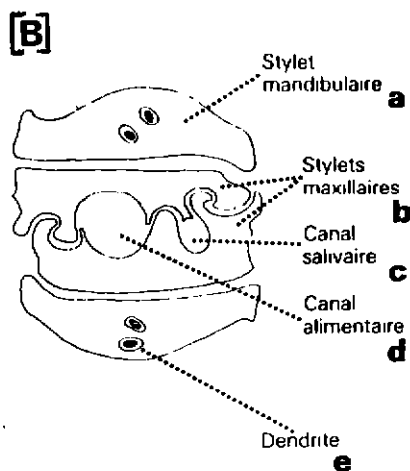
#### a) Prélèvement de sève :

Il provoque un affaiblissement de la plante qui végète mal et qui est donc moins résistante à des déficits hydriques.

#### b) Action irritative et toxique.

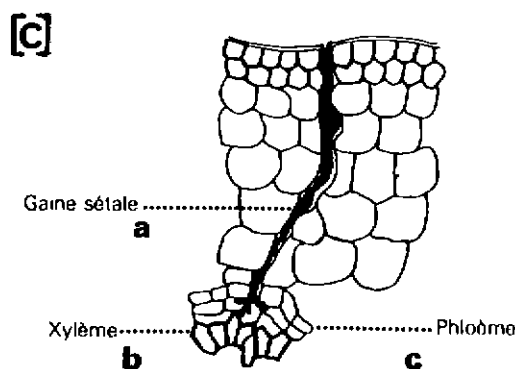
La plante réagit aux piqûres par des déformations des feuilles et du pivot où les pucerons se concentrent pour se protéger des aléas climatiques : les piqûres répétées des pucerons provoquent une nécrose brune à ce niveau. Des perturbations de la fructification et une réduction du système racinaire font aussi partie des réactions de la plante (Fig. 5).

Ce type de dégâts, souvent négligé par rapport aux effets bien connus de la Rosette, a fait l'objet d'une étude préliminaire au C.N.R.A. de Tarna (Niger). Les premiers résultats obtenus montrent que la présence de pucerons, non porteurs du virus de la Rosette, se traduit par une chute de rendement de 48 p. 100 par rapport au témoin, mais que l'effet des pucerons devient inopérant après le 42<sup>e</sup> jour, date à laquelle 73 p. 100 des gousses sont formées.



[B] : Coupes du faisceau de stylets (Cross-section of bundle of styluses — Corte del haz de estiletes).

a : Stylet mandibulaire (Mandibular stylus — Estilete mandibular) ; b : Stylets maxillaires (Maxillary styluses — Estiletes maxilares) ; c : Canal salivaire (Salivary canal — Canal salivar) ; d : Canal alimentaire (Alimentary canal — Canal alimenticio) ; e : Dendrite (Dendrita)



[C] : Trajet de piqûre d'un puceron (Path on an aphid sting — Recorrido de la picadura de un insecto).

a : Gaine sétale (Setal sheath — Conducto abierto por la seda) ; b : Xylème (Xylem — Xilema) ; c : Phloème (Phloem — Floema).





FIG. 5. — Piqûres de pucerons sur pied d'arachide au niveau du collet  
(Aphid stings on groundnut plant at root bulb level — Picaduras de pulgones en un pie de maní al nivel del cuello).

→ Zone nécrosée (decayed zone — zona con necrosis).

## 2. — Les dégâts indirects.

### a) Miellat et fumagine.

Le puceron rejette un produit de digestion très riche en sucre : le miellat. Sur ce miellat peuvent se développer des champignons qui provoquent des fumagines et entravent la respiration et l'assimilation chlorophyllienne de la plante. Ce miellat attire aussi bon nombre d'insectes (fourmis) qui peuvent perturber le développement de la plante. Les stylets du puceron, bien adaptés pour puiser sa nourriture, lui servent aussi d'organes de transmission du virus.

### b) Transmission du virus.

Pour qu'une infestation virale se déclenche, il faut la présence de trois éléments : plante-hôte, virus et vecteur. Le puceron joue ce rôle de vecteur pour la transmission du virus phytopathogène de la Rosette de l'arachide qui peut se présenter sous deux aspects distincts : la Rosette chlorotique (apparition sur les jeunes feuilles de taches blanches avec des veines vertes. Les entre-nœuds deviennent plus courts ce qui donne à la plante un port en rosette) ; la Rosette verte qui se caractérise par un aspect plus foncé de la plante avec rabougrissement des folioles et des rameaux.

Le puceron introduit dans la plante-hôte le virus qu'il a prélevé sur une plante infectée. La contamination en tache d'huile dans un champ se fait par le déplacement des aptères. Le développement d'ailés permet d'atteindre de nouveaux champs.

Les dégâts causés par la Rosette peuvent être très importants comme nous l'avons signalé au début de cet article.

Les observations de J. C. Mortreuil (I.R.H.O.) en 1978 dans des champs semenciers au Niger attestent l'ampleur de ces dégâts (Tabl. I).

*Aphis craccivora* se multiplie pendant la saison humide. La multiplication de la population aphidienne n'est importante que 35 jours après le premier passage de l'humidité minimale diurne au-dessus de 65 p. 100 de la moyenne décadaire, ce qui explique que des semis précoces ont toutes les chances de donner de meilleurs rendements, phénomène observé par Mortreuil en 1978 au Niger (Tabl. II).

On compte que l'inoculation de la Rosette demande 14

jours et que l'invasion du puceron demande en moyenne 21 jours.

L'existence de biotopes plus humides et de diverses plantes-hôtes permet au puceron de disposer de refuges pendant la saison sèche. Sur ces plantes-hôtes de saison sèche se développent de nombreux ailés qui se disperseront très rapidement avec l'aide des vents, pouvant franchir plusieurs dizaines de kilomètres.

## IV. — PROTECTION DES CULTURES

### 1. — Prévision des infestations.

La lutte contre les pucerons est difficile, le potentiel de développement de cet insecte est tel que les interventions doivent se faire avant la phase explosive. Il faut aborder la lutte d'une façon globale en surveillant les phases de vol, migration et dispersion et tenir compte également des conditions météorologiques qui agissent considérablement sur l'évolution des pucerons. La prévision des infestations devra être axée sur trois domaines :

- observations directes en culture,
- surveillance des vols par piégeage,
- prévisions à partir des données météorologiques.

#### a) Observations directes en culture.

Dès la levée, les agriculteurs doivent examiner leurs champs et notamment les plants près des arbres qui, en créant une turbulence, favorisent l'atterrissage des ailés. Sur la plante il est nécessaire d'examiner les très jeunes feuilles, encore refermées sur elles-mêmes, qui sont une protection idéale pour les larves de pucerons. L'agriculteur devra être très vigilant s'il découvre la présence de quelques pieds porteurs de pucerons et prévoir une intervention chimique imminente.

TABLEAU I. — Estimation des rendements (Estimate of yield — Estimación de rendimientos)

Départements (Departments - Deptos) :	Dosso	Maradi	Zinder
Rendement en gousses (Pod yield - kg/ha Rendimiento de frutos)	1 350	535	183
Infestation de pucerons (Aphid infestation - Infestación por pulgones)	Très faible (Very low) (muy leve)	Forte (High) (fuerte)	Très forte (Very high) (muy fuerte)

TABLEAU II. — Estimation des rendements  
suivant les dates de semis  
(Estimate of yield according to sowing dates - Estimación de los  
rendimientos con arreglo a las fechas de siembra) (55-437)

Départements (Departments - Departamentos)	Infestation (Infestación)	Rendements (gousses) (Yield - pods - Rendimientos-frutos)			kg/ha
		1-9	10-20	20-30	
		Juin (June - Junio)			1-10 juil. (July - Julio)
Maradi	Forte (High - Fuerte)	925	685	400	85
Zinder	Très forte (Very high - Muy fuerte)	700	290	160	95

### b) Surveillance des vols par piégeage.

Il faut distinguer plusieurs types de piégeages qui donneront, suivant les cas, des informations au niveau régional ou au niveau parcellaire.

— *Piège à bac jaune.* — Depuis longtemps on a pu observer que la couleur jaune était attractive pour certains insectes et notamment *Aphis craccivora*. Les pièges dits de Moericke sont des cuvettes remplies d'eau, hautes de 15 cm, et de 30 cm de diamètre. L'intérieur est peint en jaune bouton d'or, l'extérieur en gris plombé. Elles sont placées sur le sol et permettent d'observer l'évolution des pucerons circulant dans la parcelle (date et localisation des premiers ailés — intensité de la contamination).

— *Piège à fil.* — Le piège à fil est constitué d'un cadre en bois de dimensions extérieures 31 × 27,5 cm sur lequel est tendu verticalement et tous les 3,5 mm un fil de polyamide transparent de 0,4 mm d'épaisseur. L'engluage est réalisé avec de la glu présentée en bombe aérosol [Labonne, et al.]. Ce cadre fixé sur un support peut être placé à différentes hauteurs ce qui permet des captures dans des zones d'évolutions intermédiaires même par grands vents, ce qui n'est pas le cas pour les bacs jaunes qui sont aussi, de par leur conception, très sensibles aux tornades.

— *Piège à succion.* — Il s'agit d'une tour d'aspiration dont l'intérêt est de donner des informations sur les vols de pucerons dans un rayon de plusieurs dizaines de kilomètres ce qui lui confère une vocation au niveau régional en étant placée en première ligne face aux vents dominants. Cette installation demande une source d'énergie pour actionner la turbine.

Un réseau de piégeage nécessite la présence d'un personnel bien entraîné (ce peut être des agriculteurs) et disponible, qui sera chargé d'analyser les captures et de transmettre très rapidement l'information au niveau des services de diffusion.

— *Interprétation des données climatiques.* — L'apparition saisonnière peut être prévue grâce à des graphiques synoptiques rassemblant les données météorologiques essentielles et notamment température-humidité puisque l'apparition de la Rosette se produit en moyenne 35 jours après le premier passage de la moyenne décadaire d'humidité minimale diurne au-dessus de 66 p. 100. La capacité d'invasion sera maximale avec des températures situées entre 24 et 28,5° et ce, en combinaison avec le taux d'humidité.

## 2. — Lutte contre les pucerons.

— *Techniques culturales.* — Des semis précoces pouvant permettre l'arrivée à floraison avant l'apparition des pucerons seront une garantie de production.

*Aphis craccivora* est véhiculé par le vent et en quantité d'autant plus grande que l'on considère les couches les plus proches du sol, ce qui fait que les attaques sont plus intenses sur les bords des champs (effet de bordure). Il a été constaté que lorsque l'on serre les plants d'arachide, *Aphis craccivora* pullule moins (effet de barrière). Il faut donc semer dense. Les densités de semis optimales préconisées pour les diverses variétés sont une bonne prévention contre le puceron.

— *Variétés résistantes.* — La résistance à la Rosette est une caractéristique physiologique qui se transmet héréditairement. Les travaux de sélection entrepris entre autres par l'I.R.H.O. permettent de disposer d'un matériel végétal résistant et de productivité élevée.

— *Protection chimique.* — L'arsenal d'insecticides disponibles sur le marché est très important, nous ne mentionnerons ci-après que les plus courants par grandes familles chimiques.

- produits chlorés : endosulfan, lindane ;
- esters phosphoriques : bromophos, fénitrothion, fenitron, malathion, diméthoate, monocrotophos, parathion éthyl ;
- carbamates : carbofuran, pyrimicarbe ;
- pyréthrinoides : deltaméthrine.

La permanence de l'efficacité de l'insecticide sur les plantes est un facteur de réussite. Pour l'arachide, le contrôle doit être très efficace entre la levée et le 40<sup>e</sup> jour (cf. § IV), il est donc préférable d'employer des systémiques d'une bonne rémanence durant cette phase végétative ; de plus, les produits seront très bien véhiculés dans des plantes en plein développement.

Cette lutte doit être efficace mais aussi d'un coût rentable. Elle ne peut être systématique chez l'agriculteur des pays en voie de développement, d'où l'intérêt d'un réseau d'alerte efficace.

Le manque d'eau doit être également pris en considération et le développement d'appareils permettant de traiter à très bas volume par hectare devrait inciter à la commercialisation d'insecticides spécifiques.

## CONCLUSION

Le puceron *Aphis craccivora* peut être nuisible pour la culture de l'arachide soit comme vecteur du virus de la Rosette qui peut être persistant chez le puceron pendant plus de dix jours, soit comme agent perturbateur du métabolisme de la plante. Ces deux phénomènes étant la cause de pertes importantes sur la production de gousses.

La lutte contre *Aphis craccivora* nécessite une surveillance assidue des différentes zones de culture et des champs de multiplication de semences, d'où l'intérêt de réseaux d'alerte qui doivent permettre l'estimation de l'intensité des attaques et l'opportunité des traitements.

A. MAYEUX.

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] BERCHOUX C. de (1960). — La rosette de l'arachide en Haute-Volta — *Oléagineux*, 15, N° 4, p. 229-233.
- [2] BOCKELÉE-MORVAN A. (1983). — Les différentes variétés d'arachide. Répartition géographique et climatique, disponibilité. *Oléagineux*, 38, n° 2, p. 73-116.
- [3] DEBRYVERC A. (1981). — Qu'est-ce qu'un puceron ? In : « Les pucerons des cultures », *Acta*, Fr., p. 9-20.
- [4] FEAKIN S. D. (1975). — *Aphis craccivora*. La rosette. In : « Pest control in groundnuts », *Pans Manual*, G. B., n° 2, p. 123-124 et p. 65-74.
- [5] GILLIER P. et DHÉRY M. (1971). — Un nouveau pas dans la lutte contre la rosette de l'arachide. *Oléagineux*, 26, N° 4, p. 243-251.
- [6] LABONNE G. et al. (1982). — Description d'un piège à succion : son emploi dans la recherche des aphides vecteurs de virus transmis sur le mode non persistant. *Agronomie*, 2, N° 8, p. 773-776.
- [7] LABONNE G. et al. (1981). — Prévision des infestations et avertissements. In : « Les pucerons des cultures » *Acta*, Fr., p. 56-64.
- [8] MAYEUX A. (1981). — Etude préliminaire de l'action des pucerons de l'arachide. Doc. I.R.H.O., Niger.
- [9] MORIN J.-P. (1979). — Importance et localisation du puceron de l'arachide en saison sèche. Doc. I.R.H.O. Niger.
- [10] PATTEE H. E. et YOUNG C. T. (1983). — Aphids. In : « Peanut Science and Technology », A.P.R.E.S., U.S.A., p. 281-283.
- [11] REAL P. (1953). — Le cycle annuel du puceron de l'arachide (*Aphis leguminosae* Theobald), en Afrique Noire française et son déterminisme. — *Thèse de Doctorat ès Science*, Univ. Paris, Fr., 122 p.
- [12] ROBERT Y. (1981). — Fluctuations et dynamique des populations de pucerons. In : « Les pucerons des cultures », *Acta*, Fr., p. 21-35.

## 2. — Indirect damage.

### a) Honeydew and fumagine.

The aphid excretes honeydew, a digestive product with a very high sugar content. On this honeydew fungi may develop, that induce fumagines and hamper the plant's respiration and chlorophyll assimilation. The honeydew also attracts a large number of insects (ants), which may disturb the plant's development. The aphid's styluses, well-suited to drawing up food, also serve to transmit the virus.

### b) Transmission of the virus.

Three elements are necessary for viral infestation: host plant, virus and vector. The aphid plays the part of vector of the phytopathogenic groundnut Rosette virus, which may be found in two distinct forms: chlorotic Rosette (appearance of white patches with green veins on the young leaves. The internodes become shorter, giving the plant a rosette-like growth habit); and green Rosette, characterized by a darker appearance of the plant, with stunting of leaflets and branches.

The aphid introduces into the host plant the virus which it has taken from an infected plant. Contamination spreads through a field by the movement of wingless individuals. The development of winged individuals enables new fields to be infected.

Damage caused by Rosette may be very extensive, as already mentioned at the beginning of this article. The observations made by J. C. Mortreuil (I.R.H.O.) in 1978 in seed gardens in Niger bear witness to the extent of this damage (Table I).

Aphis craccivora reproduces during the damp season. The aphid population only increases substantially 35 days after the first time that the minimum daytime humidity rises above 65 p. 100 of the decadal mean, which explains why seeds sown early have a good chance of giving a better yield, as observed by Mortreuil in 1978 in Niger (Table II).

It is estimated that Rosette inoculation requires 14 days and that aphid invasion requires on average 21 days.

The existence of damper biotopes and various host plants enables the aphid to take refuge during the dry season. On these dry season host plants numerous winged individuals develop, which disperse very quickly with the help of the wind, sometimes over a distance of several dozen kilometres.

## IV. — CROP PROTECTION

### 1. — Infestation forecasts.

Control of aphids is difficult. The development potential of this insect is so great that interventions must take place before the explosive stage is reached. Control must be tackled globally, with surveillance of the swarming, migration and dispersal stages, also taking into account the weather conditions, which have a considerable influence on the development of the aphids. Infestation forecasts should be concentrated on three areas:

- direct observation of crops,
- surveillance of swarms by trapping,
- forecasts using meteorological data.

#### a) Direct observation of crops.

As soon as the seeds germinate, farmers should examine their fields, especially plants near trees which, by creating turbulence, help winged insects to land. On the plant, the very young leaves, still closed up, should be examined, since they are ideal protection for aphid larvae. The farmer must be very alert if he discovers a few plants containing aphids, and should prepare for immediate chemical treatment.

#### b) Surveillance of swarms by trapping.

A distinction should be made between several types of trap, which will provide information at regional or plot level, according to type:

— **Yellow basin trap.** — It has long been observed that yellow is an attractive colour to certain insects, especially Aphis craccivora. « Moericke » traps are basins 15 cm high and 30 cm in diameter, filled with water. The inside is painted buttercup yellow, and the outside lead-grey. These basins are placed on the ground and enable the development of the aphids moving about the plot to be observed (date and location of first winged individuals, intensity of contamination).

— **Thread trap.** — The thread trap consists of a wooden frame of outside dimensions 31 × 27.5 cm, on which transparent nylon threads 0.4 mm thick are stretched vertically every 3.5 mm. Liming is performed using an aerosol lime spray [Labonne et al.]. This frame, fixed to a support, can be placed at different heights, so that insects can be captured in intermediate movement areas, even in high winds, which is not the case for yellow basins, whose design also makes them very sensitive to tornadoes.

— **Suction trap.** — This is a suction tower, which has the advantage of providing information on swarms of aphids over a radius of several dozen kilometres, which makes it useful on a regional level if it is placed in the front line facing the prevailing winds. This apparatus needs an energy source to drive the turbine.

A trapping network needs staff who are well-trained (they could be farmers) and readily available, and would be responsible for analyzing the results of trapping and passing on information very rapidly to distribution services.

— **Interpretation of climatic data.** — Seasonal appearance of aphids may be forecast using synoptic graphs assembling the essential meteorological data, especially temperature-humidity, since Rosette appears on average 35 days after the decadal mean for minimum diurnal humidity goes above 66 p. 100 for the first time. Invasion capacity will be maximal when temperatures are situated between 24 and 28.5 °C, combined with a favourable humidity level.

## 2. — Control of aphids.

— **Agricultural techniques.** — Early sowing, enabling plants to start flowering before aphids appear, will guarantee protection.

Aphis craccivora is borne by the wind, in greater numbers closest to the ground, which means that attacks are more intense on the edges of fields (border effect). It has been observed that when groundnut plants are close together, swarms of Aphis craccivora are less (barrier effect). Dense sowing is therefore necessary. The optimal sowing densities recommended for the various varieties are good prevention against aphids.

— **Resistant varieties.** — Resistance to Rosette is a physiological characteristic, transmitted by heredity. The breeding undertaken, among others, by the I.R.H.O. means that resistant, high-yielding planting material is available.

— **Chemical protection.** — There is a wide range of insecticides on the market. We shall only mention below the most common from each main chemical category:

- chlorine products: endosulfan, lindane;
- phosphoric esters: bromophos, fenitrothion, fenthion, malathion, dimethoate, monocrotophos, ethyl parathion;
- carbamates: carbofuran, pyrimicarb;
- pyrethrinoids: deltamethrine.

The persistence and effectiveness of the insecticide on the plants is a success factor. For groundnut, control must be very effective between germination and the 40th day (cf. § IV); it is therefore preferable to use systemics with satisfactory persistence during this growth stage; also, products will be very well transported through developing plants.

This control must be effective, but the cost must also be profitable. Systematic control cannot be used by farmers in developing countries, which is why an effective early warning system is useful.

Water shortage should also be taken into consideration, and the development of equipment enabling treatment to be performed at a very low volume per ha should encourage the marketing of specific insecticides.

## CONCLUSION

The aphid Aphis craccivora may be harmful for groundnut cultivation, either as the vector of the Rosette virus, which may persist in the aphid for more than 10 days, or as a disturber of the plant's metabolism. These two phenomena are the cause of substantial losses in pod yield.

Control of Aphis craccivora necessitates assiduous surveillance of different cultivation zones, and of seed multiplication fields, whence the advantage of setting up early warning networks allowing the intensity of attacks and opportunities for treatment to be estimated.

A. MAYEUX.



# El pulgón del maní : Biología y control

## INTRODUCCIÓN

Este pulgón, cuya área de dispersión en el mundo es muy extensa (Fig. 1), es el enemigo más peligroso del maní en pie. Es una forma anholocíclica de *Aphis leguminosae* Theo (o *A. craccivora* Koch), que por sus picaduras, inocula una enfermedad vírica llamada « Roseta », debido al trastorno profundo que produce en la morfogénesis de maní, que toman un aspecto como de matorral (Fig. 2). Aparte de esta transmisión de virus, estos pulgones producen un desorden fisiológico, por su elevado número, por sus exudados y por la acción de succión que ejercen al nivel del cuello de la planta, que resulta en una esterilidad parcial de la planta.

La aparición de la Roseta en el África en 1907, ha hecho bajar notablemente la producción de maní, según muestran algunos datos publicados en la tesis de Real : de un 80 a un 90 p. 100 de plantas afectadas en el Congo Belga en 1939 [B. Soyer], un 55 p. 100 en Gambia en 1927 [Brooks], y 35 p. 100 en Senegal en 1925, según Rambert y Séguéla. El Centre de Recherches Agronomiques de Bambey (C.N.R.A.-Sénégal) identificó líneas resistentes sólo en 1952. El I.R.H.O. ha podido estudiar estas líneas en la estación de Niangoloko (Alto Volta) a partir del año 1956, habiéndose utilizado las mismas como referencia en todos los trabajos de selección de nuevas variedades resistentes que están disponibles ahora para diferentes duraciones de ciclo (o sea 90 a 135 días).

## I. — MORFOLOGÍA Y ANATOMÍA DEL PULGÓN

El pulgón es un Artrópodo (Homóptero, Aphididae) con cuerpo segmentado y esqueleto externo formado por una cutícula rígida (estadios larvarios). Es un insecto cuya longitud varía de 2 a 5 mm. El pulgón es hemimetábolo, y sus larvas tienen el mismo modo de vida que los adultos (tienen la misma alimentación, y provocan los mismos daños); el adulto, cuyo cuerpo es negro brillante, con extremidad caudal prominente, lleva 3 pares de patas pardas a amarillas, y una placa distal negra en el áptero. Tiene dos cornículos largos, finos y negros en el abdomen (Fig. 3).

En la zona tropical, sólo se observan hembras, ya sea ápteras o aladas, que se reproducen todo el año por vía partenogenética. La formación de alados resulta de diversos factores, que son :

- el papel del efecto de grupo (estimulación táctil),
- la calidad de la planta huésped (disminución de la calidad nutricional),
- las condiciones de clima (temperatura, insolación...).

El pulgón es un homóptero fitófago que tiene un sistema bucal de tipo picador-chupador. Los estiletes sirven para alcanzar los haces de la planta que transportan la savia elaborada (Fig. 4 a, b, c).

*Aphis craccivora* es ovíparo y vivíparo (la hembra conserva los huevos, dando a luz sólo a pequeñas larvas).

Duración media (días)			
4 estados larvales	I .....	2	5,5 días
	II .....	1,5	
	III .....	0,9	
	IV .....	1,1	
Maturación de las hembras .....		2 a 3	Ciclo de unos 8 días
Duración de postura .....		6 a 7	
Etapa de sensibilidad .....		2 a 4	
Fecundidad total : 13 a 14 descendientes			
Fecundidad diaria : 2 descendientes			

Los principales caracteres que se acaban de exponer muestran la sorprendente adaptación de los pulgones al medio ambiente :

- explotación rápida de la planta hospedante (viviparidad, partenogénesis),
- colonización rápida mediante la formación de alados.

## II. — FLUCTUACIÓN Y DINÁMICA DE POBLACIONES

La evolución de las poblaciones depende principalmente de la mortalidad y de la fecundidad. Esta mortalidad puede resumirse dentro de tres fases :

- fase inicial : individuos en número bastante escaso, recuento difícil por métodos de observaciones no apropiados ;
- fase de pululación repentina : individuos muy numerosos, que producen las perturbaciones fisiológicas más importantes ;
- fase decreciente, relacionada con diferentes factores, como son : las condiciones de clima, la esperanza de vida, la fecundidad, la situación de los cultivos (ciclo de la planta hospedante), los enemigos naturales, etc...

### Factores de evolución de las poblaciones.

#### a) Factores abióticos.

— *Temperatura, humedad, luz.* — El desarrollo óptimo de *Aphis craccivora* resulta de condiciones de clima bastante precisas, como humedad relativa, que debe ser de unos 65 p. 100, y temperatura de 24 a 28,5 °C [Real, 1953]. Esta temperatura influye en la fecundidad : el número de larvas que el insecto pone depende del peso de adultos, y este peso suele disminuir tanto más cuanto que las temperaturas sean más bajas.

En el caso de exponerse *Aphis craccivora* directamente a la luz, el valor de su potencial biológico disminuye, pero la luz proporciona una fuente de alimentos que aumenta este valor, indirectamente a través de la fotosíntesis de la planta huésped.

— *Precipitaciones.* — Los tornados fuertes impiden el vuelo de pulgones, pudiendo en algunos casos destruir los pulgones que viven principalmente en jóvenes plantas hospedantes cuyo follaje no es lo suficientemente importante como para protegerlos.

#### b) Factores bióticos.

— *Formación de alados.* — El porcentaje de alados depende de modo casi exclusivo de la intensidad de la translocación de hidrocarburos. Esta translocación suele realizarse durante el ritmo nicotérmico, y experimenta aceleraciones durante la fase de maduración de las plantas.

Todos los fenómenos capaces de parar de manera más o menos completa la translocación de hidrocarburos son capaces de intensificar la formación de alados. En el maní, este fenómeno tendría lugar hacia el 65 o el 70 día para una variedad con ciclo de 100 días, siendo esto normal puesto que entonces es cuando la planta envía las mayores reservas en los frutos que están creciendo (trabajos de P. Prevot/I.R.H.O.).

#### c) Enemigos mortales.

Hongos del grupo de Entomophthorales, predadores como algunos Arácnidos (arañas), e insectos, como son las mariquitas, cuyas larvas y adultos son afidófagos, muestran cierta eficacia en la limitación de evolución de los pulgones.

## III. — EFECTO DE PULGONES

El pulgón es peligroso debido a sus piezas bucales adecuadas que le permiten alimentarse, y también adquirir y transmitir los virus. La penetración de los estiletes viene facilitada por las secreciones salivales ricas en enzimas.

Los daños pueden clasificarse dentro de dos categorías :

### 1. — Daños directos.

#### a) Retirada de savia.

Provoca una debilitación de la planta, que crece mal y por lo tanto resiste peor a unos déficits hídricos.



### b) Acción irritante y tóxica.

La planta reacciona a las picaduras mediante deformaciones de las hojas y de la raíz vertical, donde los pulgones se concentran para protegerse de las variaciones del clima: las picaduras repetidas de los pulgones producen una necrosis parda a este nivel. Otras reacciones de la planta las constituyen las perturbaciones de la fructificación y una reducción del sistema radical (Fig. 5).

Este tipo de daños, que muchas veces se desatendió relativamente a los efectos conocidos de la Roseta, fue objeto de un estudio preliminar del C.N.R.A. de Tarna (Níger). Los primeros resultados logrados muestran que la presencia de pulgones que no sean portadores del virus de la Roseta, induce una disminución del rendimiento de un 48 p. 100 relativamente al testigo, pero que desaparece el efecto de los pulgones después del 42 día, estando formadas entonces el 73 p. 100 de las vainas.

## 2. — Daños indirectos.

### a) Melaza y fumagina.

El pulgón segrega un producto de digestión de alto contenido de azúcar, la melaza. En esta melaza pueden instalarse hongos que producen fumaginas e impiden la respiración y la asimilación clorofílica de la planta. Esta melaza atrae también a muchos insectos (hormigas) que pueden perturbar el desarrollo de la planta. Los estiletes del pulgón, que le permiten picar y absorber la savia, también son órganos de transmisión del virus.

### b) Transmisión del virus.

La iniciación de una infestación virótica requiere la presencia de tres elementos que son: planta hospedante, virus y vector. El pulgón desempeña este papel de vector en la transmisión del virus fitopatógeno de la Roseta del maní, que puede presentarse bajo dos aspectos distintos que son: la Roseta clorótica (aparición en las hojas jóvenes de manchas blancas con venas verdes. Los entrenudos se vuelven más cortos, dando a la planta un porte en roseta); la Roseta verde, que se caracteriza por un aspecto más oscuro de la planta con un acortamiento de los folíolos y de las ramillas.

El pulgón introduce en la planta hospedante el virus que tomó de una planta infectada. La contaminación en manchas de aceite en un campo se realiza mediante el desplazamiento de ápteros. El desarrollo de alados permite alcanzar nuevos campos.

Los daños por Roseta pueden ser cuantiosos, según anotamos al principio del presente artículo.

Las observaciones realizadas por J. C. Mortreuil (I.R.H.O.) en 1978, en campos de producción de semillas en Níger, confirman la importancia de estos daños (Cuadro I).

*Aphis craccivora* se multiplica durante el período húmedo. La multiplicación de la población afidiana no adquiere importancia hasta 35 días después del primer paso de la humedad mínima diurna por encima del 65 p. 100 durante un decenio; por eso unas siembras precoces tienen las mayores probabilidades de dar mejores rendimientos, habiendo observado este fenómeno Mortreuil, en 1978, en Níger (Cuadro II).

Se considera que la inoculación de la Roseta requiere 14 días, y que la invasión del pulgón se realiza dentro de una media de 21 días.

La existencia de biótopos más húmedos y de diversas plantas hospedantes permite que el pulgón tenga refugios durante el período seco. En estas plantas hospedantes de la estación seca se desarrollan muchos alados que se dispersan muy rápidamente con la ayuda de los vientos, pudiendo propagarse a varias decenas de kilómetros.

## IV. — PROTECCIÓN VEGETAL

### 1. — Previsión de infestaciones.

La lucha contra los pulgones es algo difícil, y el potencial biológico de este insecto es tan elevado que las intervenciones han de llevarse a cabo antes de la fase de pululación repentina. Se necesita acometer la lucha de modo global, vigilando las fases de vuelo, migración y dispersión, considerándose también las condiciones climáticas que ejercen una influencia notable sobre la evolución de los pulgones. La previsión de infestaciones deberá orientarse en torno a tres aspectos principales, que son:

- observaciones directas en los cultivos,
- vigilancia de los vuelos por colocación de trampas,
- previsiones en base a datos climáticos.

### a) Observaciones directas en los cultivos.

En cuanto se inicie el despunte, los cultivadores tienen que examinar sus campos, principalmente las plantas ubicadas cerca de árboles, lo cual crea movimientos de aire que favorecen el aterrizaje de alados. Se necesita examinar las hojas muy jóvenes en las plantas, que aún permanecen cerradas, y constituyen una protección ideal para las larvas de pulgones. El cultivador deberá quedar muy vigilante en el caso de descubrir la presencia de algunos pies portadores de pulgones, considerando una intervención química inminente.

### b) Vigilancia de los vuelos por colocación de trampas.

Conviene distinguir varios tipos de trampas, que según los casos proporcionarán informaciones a nivel de la región, o de la parcela.

— *Trampa con cubeta amarilla.* — Desde hace mucho tiempo se ha venido observando que el color amarillo era atractivo para ciertos insectos, entre los cuales *Aphis craccivora*. Las llamadas trampas de Moericke son cubetas llenas de agua de 15 cm de alto y 30 cm de diámetro, pintadas de amarillo botón de oro por dentro y de color de plomo por fuera. Se las coloca en el suelo, y así se puede observar la evolución de los pulgones que circulan en la parcela (fecha y localización de los primeros alados — intensidad de la contaminación).

— *Trampa con hilo.* — La trampa con hilo la constituye un marco de madera de 31 × 27,5 cm de dimensiones externas, en el que se arma en sentido vertical y cada 3,5 mm un hilo de poliamida transparente de 0,4 mm de espesor. Se lo envisca con liga presentada en una bomba de aerosol [Labonne *et al.*]. Se fija este marco en un soporte, y se puede colocarlo a diversas alturas, lo cual permite capturas en zonas de evoluciones intermedias, hasta estando los vientos muy fuertes, no siendo éste el caso de las cubetas amarillas, que por su concepción son muy sensibles a los tornados.

— *Trampa de succión.* — Consiste en una torre de aspiración cuyo mayor interés consiste en proporcionar informaciones sobre los vuelos de pulgones en un radio de varias decenas de kilómetros, por lo que viene a tener una vocación a nivel regional, debido a su posición en la primera línea frente a los vientos dominantes. Esta instalación necesita una fuente de energía para accionar la turbina.

Una red de trampas necesita la presencia de un personal acostumbrado (pueden ser cultivadores) y disponible, que quedará encargado de analizar las capturas y transmitir la información muy rápidamente a los servicios de difusión.

— *Interpretación de los datos climáticos.* — La aparición temporal del pulgón puede preverse mediante gráficos sinópticos en los que se recojan los datos climáticos más relevantes, principalmente la temperatura y la humedad, puesto que la aparición de la Roseta se da 35 días por término medio después del primer paso de la humedad mínima diurna por encima del 66 p. 100 durante un decenio. El poder de invasión será máximo con temperaturas entre 24 y 28,5 °C, esto en forma combinada con el porcentaje de humedad.

## 2. — Lucha contra los pulgones.

— *Prácticas de manejo.* — Siembras precoces, capaces de permitir que se alcance la floración antes de la aparición de los pulgones, serán una garantía de producción.

*Aphis craccivora* es transportado por el viento, en cantidades cada vez mayores conforme se acerque uno al suelo, por lo que los ataques son más intensos en el borde de los campos (efecto de lindero). Se observó que una siembra densa de plantones de maní trae una disminución de la pululación de *Aphis craccivora* (efecto de barrera). Por lo tanto, las siembras tienen que ser densas. Las densidades óptimas de siembra recomendadas para las diversas variedades constituyen una buena prevención contra el pulgón.

— *Variedades resistentes.* — La resistencia a la roseta es una característica fisiológica de transmisión hereditaria. Las labores de selección iniciadas por el I.R.H.O. entre otros organismos, permiten tener un material vegetal resistente y de alta productividad.

— *Protección química.* — Por ser muy importante el conjunto de insecticidas disponibles en el mercado, sólo mencionaremos a continuación los más comunes, clasificándolos por grandes grupos de productos químicos.

- productos clorados : endosulfan, lindano ;
- ésteres fosfóricos : bromofos, fenitrothion, fention, malation, dimetoato, monocrotofos, etil-paration ;
- carbamatos : carbofuran, pirimicarb ;
- piretrínoides : deltametrina.

La permanencia de la eficacia del insecticida en las plantas es un factor de éxito. Para el maní, el control debe ser muy eficaz entre el despunte y el 40 día (véase parte IV), por lo que más vale utilizar insecticidas sistémicos con buena persistencia durante esta fase vegetativa ; además, los productos serán perfectamente transportados en plantas en pleno desarrollo.

Esta lucha tiene que ser eficaz, pero también ha de ser rentable. No puede ser sistemática para el cultivador de los países en vías de

desarrollo, lo cual recalca el interés de una red de alerta eficaz.

También se debe tener en cuenta la falta de agua, y el desarrollo de aparatos que permiten realizar tratamientos con volumen ultra bajo por hectárea, debería incitar a la comercialización de insecticidas específicos.

## CONCLUSIÓN

El pulgón *Aphis craccivora* puede ser perjudicial para el cultivo del maní, bien sea como vector del virus de la Roseta, que puede ser persistente en el pulgón durante más de 10 días, o como agente perturbador del metabolismo en la planta. Estos dos fenómenos provocan importantes pérdidas en la producción de frutos.

La lucha contra *Aphis craccivora* necesita una vigilancia asidua de la diferentes áreas de cultivo, y de los campos de multiplicación de semillas, de ahí que sea interesante establecer redes de alerta para poder estimar la intensidad de ataques y la conveniencia de los tratamientos.

A. MAYEUX.

## Bibliographie

### HYDROGENATION OF SOY OIL L'HYDROGÉNATION DE L'HUILE DE SOJA

American Soybean Association, Bruxelles, Belgique, 1984, 104 p.

L'American Soybean Association (ASA) à Bruxelles vient de publier les **Comptes Rendus** du 3<sup>e</sup> Symposium organisé par l'ASA les 7 et 9 juin 1983 à Anvers sur le traitement du soja. Ce document couvre tous les aspects de l'hydrogénation de l'huile de soja : théorie, contrôle de la qualité, production d'hydrogène, catalyseurs au nickel et au cuivre, catalyse homogène, équipement, application technique automatique, production de margarine et aspects nutritionnels.

Communications présentées : La théorie de l'hydrogénation (E. Ucciani) ; Quelques aspects du contrôle analytique dans une usine d'hydrogénation de l'huile de soja (T. Huizenga) ; Production d'hydrogène par électrolyse de l'eau (H. Vandendorpe) ; Expérience pratique d'hydrogénation de l'huile de soja avec des catalyseurs au nickel (J. Lefebvre) ; Expérience pratique d'hydrogénation de l'huile de soja avec un catalyseur homogène au nickel (P.

Amigues) ; Expérience pratique d'hydrogénation de l'huile de soja avec des catalyseurs au cuivre (A. Rozendaal) ; Matériel d'hydrogénation et aspects énergétiques (J. Lau) ; Tendances de la gestion du traitement et du contrôle dans l'industrie des huiles alimentaires (J. E. Blanchard) ; Hydrogénation de l'huile de soja et des produits dérivés en vue d'applications techniques (H. G. Hinze) ; Production de margarine (V. Young) ; Effets de la cristallisation, du tempérage et de la composition sur la qualité et la stabilité structurale de la margarine (Dr. Van der Hoek) ; Formulation de margarine et de shortenings à base d'huile de soja (L. H. Wiedermann) ; Aspects nutritionnels des produits dérivés de l'huile de soja par hydrogénation (B. Entresangles).

Ce document peut être obtenu gratuitement à l'American Soybean Association, Centre International Rogier. Boîte 521, 1000 Bruxelles (Belgique).